云 南 植 物 研 究 1991；13 (3)：293—296
Acta Botanica Yunnanica

人参根系发育形态学的研究

刘 玫 李瑞军 刘鸣远

(哈尔滨师范大学生物系，哈尔滨 150080)

摘要 人参 (*Panax ginseng* C. A. Meyer) 属于直根系植物，有次生构造。一年生苗只具有主根和侧根。二年以上的人参常在根状茎上长出不定根，即人参根系包括主根和不定根及其各级分枝。主根初生木质部为三原型，侧根和不定根及其分枝多为二原型，偶见三原型。根系随参龄的增加而增大。每年末级分枝自基部于休眠前萎缩、脱落，并在萎缩部分的上一级支根内部产生越冬根原基，越冬根原基是翌年形成全部吸收根的基础。一年生人参由中柱鞘产生一圈初生树脂道，由形成层产生一圈（或二圈）次生树脂道，以后次生树脂道的圈数随参龄的增加而每年增加一圈，自第五年开始渐缓。根内淀粉粒含量随发育时期的变化而相应变化，其积累高峰出现在果后期。研究人参根系发育形态学不仅对全面正确认识人参根系具有理论意义，而且对改进人参栽培管理和评价人参质量具有指导意义。

关键词 人参；根系；发育形态学

STUDY ON DEVELOPMENTAL MORPHOLOGY OF GINSENG ROOT SYSTEM

LIU Mei, LI Rui-Jun, LIU Ming-Yuan

(*Department of Biology, Harbin Normal University,* Harbin 150080)

Abstract The root system of ginseng is a tap root system. One year seedling only has main root and lateral roots, and adventitous roots often arise from the rootstock when it is more than two years old. Therefore, ginseng root system includes main root, adventitous roots and their branches. Primary xylem of main root is triarch, lateral roots, adventitous roots and branches at all levels are mostly triarches, rarely diarch. Root system increase with age adding. Before dormacy the last branches wither and fall, and winter root primodia are produced in higher order branches near withered positions every year. Those are the base of formation of all absorbing roots next year. One year ginseng produces one ring (or two rings) secondary resin ducts from cambium. Afterwords, one ring secondary resin ducts increase with age adding and the increasing becomes slowly from five year ginseng. The amount of starch in the root changes with developmental stages. The peak of starch accumulation appears after fruit stage. Study on developmental morphology of ginseng root system has not only theoretical signifi-

1990年10月收稿，1990年12月定稿。

cance for understanding ginseng root system completely and correctly, but also guiding meaning for improving the cultivation and management and appreciating the quality of ginseng.

Key words Ginseng (*Panax qinseng*); Root system; Development morphology

人参 *Panax qinseng* C. A. Meyer 是驰名世界的中药，在我国应用已有 4000 多年的历史[1]，由于它可以治疗多种疾病，并且有明显的抗衰老、抗疲劳、增强体质的作用[2—5]，因而倍受中外学者的重视。早在 19 世纪日本、德国、苏联、朝鲜和中国等国的药学工作者和化学工作者就开始对人参进行多方面的研究，近二十年关于人参的研究工作进展很快，但这些工作绝大部分属于化学、药理和制剂等方面的工作，植物学方面的工作甚少[6]，而发育形态学方面的工作就更少[7,8]。为此我们进行了人参根系发育形态学方面的研究，为人参的合理栽培和管理提供理论依据。

材料和方法

试验材料为 1—6 年生栽培人参，采自五常县参场，按人参的生长发育时期：出苗期（5 月初）、展叶期（5 月末）、开花期（6 月中旬）、绿果期（6 月末）、红果期（7 月末至 8 月中旬）、果后期（8 月下旬至 9 月下旬）和枯萎期（10 月下旬）各采 3 株人参，将根用 FAA 固定，采用石蜡切片技术，厚度 8μm，苏木精-固绿、PAS 反应和番红-固绿双重染色，经 OLYMPUS 显微镜观察、照相。

结　果

根系外部形态的发生和发展

经处理完成形态后熟和生理后熟的人参种子秋播，翌年 5 月初种子萌发由胚根发育成主根。6 月中旬在根毛区的上部出现侧根。6 月末侧根进行二、三级分枝。7 月末主根先端自根毛区以下及末级分枝的基部萎缩。8 月初萎缩处附近开始形成越冬根原基（图版 I: 5）。9 月下旬萎缩部分脱落。越冬根原基第二年萌动形成吸收根（图版 I: 6），吸收根再进行分枝生长，在秋末亦可形成许多越冬根原基。因此人参根随着参龄的增加而增长加粗，吸收根的数量亦增加，至四、五年达到高峰，而后变缓。根状茎上还可形成不定根，不定根随参龄的增加根状茎的伸长亦可在数量上增多，并产生分枝，入秋时与主、侧根相同可以产生越冬根原基。

初生结构及其向次生结构的过渡

一年生人参主根横切面（图版 I: 1）由外向内为一层略呈长方形的表皮细胞，外壁具薄的角质层。皮层细胞 8—10 层，细胞排列疏松，有胞间隙，内皮层细胞排列整齐、紧密，无明显的凯氏带。中柱鞘细胞排列不整齐，约 2—3 层细胞，内层细胞进行斜分裂，以裂生方式形成一圈初生树脂道。初生木质部三原型，主要由导管组成。初生韧皮部三束，与初生木质部相间排列，主要由筛管和伴胞组成。根的中央有少数薄壁细胞组成的髓。以上为初生结构。初生结构进一步发育产生次生结构。6 月中旬中柱鞘外层细胞形成木栓形成层，由于其分化活动产生周皮，同时表皮和皮层脱落。初生木质部和初生韧皮部之间产生形成层，由形成层活动产生的次生韧皮部由筛管、伴胞、韧皮薄

壁细胞和韧皮射线组成，筛管多聚集在一起形成筛管群。靠近形成层处出现由形成层以裂生方式产生的第一圈次生树脂道（图版 I：7)。初生树脂道外移靠近周皮（图版 I：7)，初生韧皮部因受挤压而颓废。次生木质部由导管、木薄壁细胞和木射线组成，导管亦有成群现象。筛管、次生树脂道和导管通常位于同一径向线上。少数次生树脂道发生在射线部位。

侧根和不定根及其分枝均有次生结构，并且与主根的结构基本相同。它们的初生木质部多为二原型（图版 I：2)，少为三原型（图版 I：3)。

树脂道的增长规律

一年生人参根由中柱鞘产生一圈初生树脂道（10—14 个），每个初生树脂道由 3—4 个上皮细胞组成，另外在次生结构中还有一圈次生树脂道（发育好的人参可产生两圈次生树脂道）（图版 I：7)，每个树脂道由 5—11 个上皮细胞组成。以后初生树脂道不再增加，次生树脂道一般随参龄的增加而增加，参龄每增加一年，增加一圈次生树脂道（图版 I：8、9)，但五、六年生人参次生树脂道的增加趋缓，只有发育良好者次生树脂道的圈数与参龄相当。发育一般者次生树脂道的圈数比参龄少。每圈次生树脂道的个数随圈数的增加而增多[8]。

淀粉含量的年变化

人参根的薄壁细胞中均含有淀粉，淀粉含量随与生长发育相关的季节条件而发生变化，这种变化在不同龄人参中很相似。5 月萌动抽茎展叶期细胞内淀粉含量下降（图版 Ⅱ：1、2)。6、7 月开花结果期随着叶面积的增大光合作用增强，根薄壁细胞内的淀粉积累也增多（图版Ⅱ：3、4)。8 月下旬淀粉含量达最高峰（图版Ⅱ：5)。自 9 月下旬开始随气温与土温的降低，地上同化器官逐渐枯萎，根开始转入休眠状态，部分淀粉转化为糖，淀粉含量开始降低（图版Ⅱ：6、7)。据记载[9]在休眠期与春季来临之间根组织中生物化学的水解过程很弱，并且逐渐向合成方向转化，从而导致淀粉的贮量又有所增加，因而形成一年四季人参根中淀粉含量的变化规律是两次增加两次减少。

讨　论

人参根系中主根、侧根、不定根产生的时间及其初生结构不尽相同；根系末级分枝自基部在休眠前萎缩，产生越冬根原基，并由此产生翌年全部吸收根，即生长点要进行全部更替；初生树脂道及历年所产生的次生树脂道其结构与数量有所区别；薄壁组织细胞中的淀粉粒年积累高峰出现在果后期。

人参主根先端的生长点在入冬前败育，主根的长短基本取决于第一年的生长状况，而土壤环境是重要条件。水肥条件好常造成提前产生侧根而主根短，反之水肥条件差则往往导致主根延长生长，侧根少且产生晚。这些不同生态条件下人参根系形态的动态观察可以对人参根系造型有所启示。

人参根系在越冬前主根、侧根和不定根上均产生许多越冬根原基。越冬根原基是翌年吸收根的基础，吸收根的数量直接关系到当年生长的好坏，生物产量的高低。改变传统栽培不浇水的习惯，加强这一时期的水肥管理，相信是一项可以提高收益的措施。

人参根系含有大量的树脂道，越冬根原基的栓皮套与根原基之间含有大量树脂。组

织化学的研究表明人参主要活性成分人参皂甙主要存在于树脂中[10]，因而树脂道发育好坏，越冬根原基的多少和大小也是鉴别人参质量的一个指标。研究表明五、六年生人参已达到理想的程度[11]。

细胞内淀粉含量的变化与季节相适应，而淀粉的含量与人参皂甙的含量呈正相关，取材于黑龙江省的人参根系8月下旬根系薄壁细胞内淀粉含量最高，因而这个时期应是人参一年中质量最好的时期，这对决定人参何时采收来说是有重要参考价值的。

人参根系发育形态学的研究使我们比较全面地了解到人参根系形态的发育节律，而当我们把这些节律与生态条件及栽培生产联系起来的时候，就不仅能丰富我们的理论知识，而且对生产提出一些有重要参考价值的建议。

参考文献

1 胡宝华摘译. 苏联对人参的研究（一）人参及其医疗价值. 中草药 1984; **15**(1): 46

2 吉林省中医中药研究所中药研究室药理组. 人参茎叶药理作用的初步研究. 新医药学杂志 1977; 2: 39

3 赵澍. 人参果成分的研究. 中医杂志 1979; **12**:50—54

4 杜尔逊. 人参地上部分的开发与利用的研究. 药学通报 1982; **17**(8):8—11

5 李忠. 人参的抗衰老作用. 国外医学（老年医学）1982; **3**(3): 1

6 Slepyan L I. Anatomic and morphological description of Ginseng sprouts. *Rasit Resur* 1973; **9**(1):18—31.

8 刘玫，李瑞军，刘鸣远. 人参珍珠疙瘩生物学本质的研究. 中国中药杂志 1989; **11**:14—15

8 刘玫，李瑞军，刘鸣远. 人参主根组织解剖特性年季变化的观察. 中国中药杂志 1990; **12**:16—17

9 逄焕诚编著. 人参. 北京: 科学普及出版社，1986: 97

10 Kubo. Histochemistry: 1.Ginsenosides in ginseng(*Panax qinseng* root), *Journal of Natural Products* (*Lloydia*) 1980; **43** (2):278—284

11 Soldati F. *Panax ginseng*: relation between age of plant and content of ginsenosides. *Planta Medica* 1984; **51**(4):351—352

图版说明

图版Ⅰ:1—9 标尺=0.1mm。1. 一年生人参主根；2、3. 侧根；4、5、6. 越冬根原基的发育；7、8、9. 主根中的树脂道，7. 一年生主根，8. 三年生主根，9. 五年生主根。

图版Ⅱ：人参主根不同发育时期细胞内淀粉含量的变化.1—6 标尺=0.1 mm。1. 5月初根；2. 5月末根；3. 6月中旬根；4. 6月末根；5. 8月下旬根；6. 9月下旬根；7. 10月下旬根。

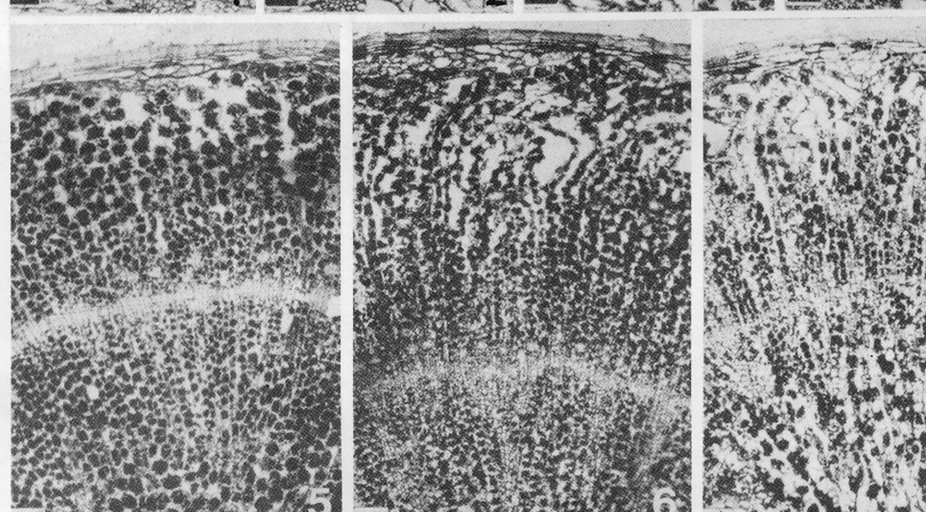
Explanation of Plates

Plate Ⅰ 1—9 scale bar=0.1mm. 1. Main root of one year ginseng; 2,3. Lateral root; 4,5,6. Dvelopment of winter root primodium; 7,8,9. Resin ducts in main root, 7. One year root, 8. Three year root, 9. Five year root.

Plate Ⅱ Starch content of cells in ginseng main root changing in all development stages. 1—6 scale bar=0.1mm. 1. The root of early May; 2. The root of last May; 3. The root of middle June; 4. The root of last June; 5. The root after middle August; 6. The root after September; 7.The root after October.

1 2 3 4 5 6 7 8 9

See explanation at the end of text



See explanation at the end of text